

自転車ナビのための振動デバイスの装着部位の検討

潘 灵涛† 古川 宏‡

筑波大学システム情報工学研究科

筑波大学システム情報系†

リスク工学専攻†

1. 背景

近年、環境負荷の低減、健康志向の高まりを背景に、サイクリング人口が増加している。

また、携帯電話や PDA などの携帯端末の普及、GPS の精度の向上はナビゲーションの発展に繋がり、自転車ナビの需要も多くなってきている。

既存の自転車ナビ(自転車ナビタイムなど)では、視覚的あるいは聴覚的提示法を用いており、利用者による自転車運転において支障となりうる。そこで本研究は、視覚や聴覚による情報提供法の代わりとして、触覚による提供法を検討する。

人間は頭から足まで、触覚を利用できる[1~5]ので、その第一段として、振動デバイスの装着部位の検討が必要である。

2. 研究目的

ナビゲーションに用いる振動提示に関する先行研究において、数種の“振動デバイスの配置”や“装着部位”が提案されている[1~5]。

一方、自転車利用者を対象とし、適切な装着部位については検討されていない。本研究は適切な振動デバイスの装着部位を求めることを目的として、異なる部位に対する比較実験を実施した。

3. 研究方法

自転車利用者は、下肢を継続的に動かしている。よって、これを候補から外す。先行研究[1~5]を参考とし、上半身の頭・耳裏・前腕・手・背中・腰の 6 箇所を装着部位の候補とする。

研究の進め方を図 1 に示す。予備実験により、明らかに不適切な箇所を特定し、候補から外す。本実験では、対象とした部位を対象とし、より多数の実験参加者による比較評価を行い、適切な装着部位を特定する。

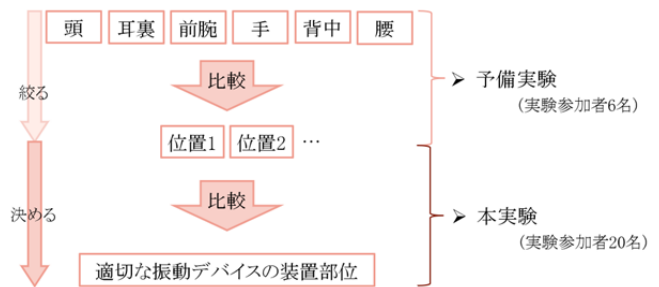


図 1 研究の進め方

4. 予備実験

室内でのシミュレーション実験とした。実験参加者に、大型ディスプレイにより実際の路上風景の動画を見ながら、一定のスピードにて、自転車(器具により床に固定)のペダルを回転することで、実運転を模擬してもらおう(図 2)。この状態において、振動デバイスによる提示を行う。

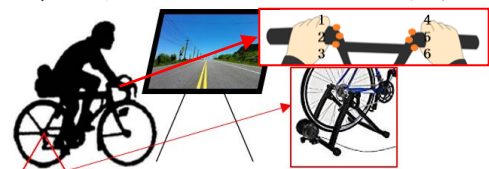


図 2 予備実験の実験環境

自転車のハンドルにストップウォッチの停止ボタンがあり、ボタンを押すことで検出と判断 2 種の実験を行った。

各箇所の適切さを比較するため、5 つの評価項目を設定した。

【検出実験】：振動を感じるまでの時間を測るため、実験参加者が振動を感じた時、任意のボタンを押すことで検出時間を測る。

【判断実験】：振動情報を判断できるまでの時間を測るため、実験参加者が振動を気づき、情報の内容を判断できて、対応する方向の停止ボタン(1 左前・2 左・3 左後ろ・4 右前・5 右・6 右後ろ)を押すことで判断時間を測る。

【正答率】：判断実験において正答数を測定する。

【不快感】：各部位での判断実験直後、その部位に対する不快感を主観的評価にて報告しても

「Examination of Mounting Site of Vibration Device for Bicycle Navigation」

† 「Pan Lingtao · University of Tsukuba Faculty of Systems and Information Engineering, Department of Risk Engineering」

‡ 「Furukawa Hiroshi · University of Tsukuba Faculty of Engineering, Information and Systems」

らう。Likert 法に基づき、「ない、少し、やや、とても、非常に不快」の5件法を用いる。

【必要な注意力】：不快感と同様に、「ない、少し、やや、とても、非常に必要」の5件法を用いる。

各評価データに対し、統計処理を行った。分散分析の結果により、各評価項目に有意差が見られ、多重比較(Tukey HSD)の結果は以下に示す(*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$; ***: $p < 0.001$)。

【検出時間】：背中は頭・耳裏・前腕・手・腰より検出時間が長かった。

検出時間	頭	耳裏	前腕	手	腰
背中	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***

【判断時間】：手は頭・耳裏・前腕より判断時間が長く、背中は頭・耳裏・前腕・手・腰より判断時間が長く、腰は頭より判断時間が長かった。

判断時間	頭	耳裏	前腕	手	腰
手	0.000 ***	0.000 ***	0.011 *		0.086
背中	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***
腰	0.011 *	0.080	0.983	0.086	

【正答率】：手は頭・耳裏・前腕・背中・腰より正答率が低かった。

正答率	頭	耳裏	前腕	背中	腰
手	0.007 **	0.018 *	0.001 **	0.019 *	0.000 ***

【不快感】：頭は前腕・手・背中・腰より不快感が大きく、耳裏は前腕・手・背中・腰より不快感が大きかった。

不快感	前腕	手	背中	腰
頭	0.000 ***	0.004 **	0.027 *	0.027 *
耳裏	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***	0.000 ***

【必要な注意力】：手は頭・耳裏・前腕・腰より必要な注意力がかかり、背中は頭・腰より必要な注意力がかかった。

必要な注意力	頭	耳裏	前腕	腰
手	0.001 **	0.019 *	0.023 *	0.001 **
背中	0.004 **	0.101	0.117	0.009 **

頭・耳裏は「振動デバイスの利用時の不快感が大きい」という理由で排除する。手は「必要な注意力がかかり、正答率が低く、判断時間が長い」という理由で排除する。背中は「必要な注意力がかかり、検出時間・判断時間が長い」という理由で排除する。本実験では、前腕と腰を対象とした比較評価を行う。

5. 本実験

臨場感を与えるため、室内の環境を遮断し、VR ヘッドセットを利用する(図 3)。VR ビデオは VR カメラを使い、実際の自転車乗用中の路上風景を撮影したものである。本実験での比較項目は予備実験と同様であり、検出と判断 2 種の実験を行った。

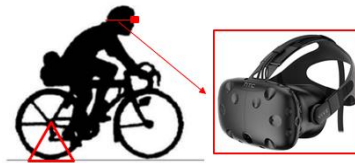


図 3 本実験の実験環境

各評価データに対し、統計処理(対応のある t 検定)を行った。結果について、前腕も腰も 6 方向の振動情報に対し、正答率が 88.89%以上であり(図 4)、振動情報を利用者に伝えられることを確認した($t(19)=0.224$, $p=0.825$)。



図 4 正答率の結果(本実験)

また、前腕と腰の間にはトレードオフがある。前腕の不快感の平均値は腰より小さいが($p < 0.05$)、必要な注意力は腰の場合より必要となる($p < 0.05$)。さらに、振動情報の判断時間も、腰より長い($p < 0.001$)。

利用者は振動デバイスを不快感が小さい前腕に装着すると、振動情報の理解に注意力と時間がかかる。一方、振動デバイスを腰に装着すると、振動情報の理解にかかる注意力と時間が少ないが、不快感が大きい。

6. 結論

本研究は自転車ナビのための振動デバイスの装着部位を特定するため、異なる部位に対する比較実験(予備実験と本実験)を実施した。本研究の評価項目において、前腕も腰も振動デバイスの装着部位として妥当であると考えられる。

参考文献

- [1] 兼古ら：PerMan：頭部への刺激を用いた情報提示デバイスのエンタテインメントへの利用，2015。
- [2] 浅野ら：触覚刺激による仮現運動を用いた方向案内に関する基礎検討，2010。
- [3] Huxtable ら：Ziklo：Bicycle Navigation Through Tactile Feedback，2014。
- [4] Bial ら：Enhancing Outdoor Navigation Systems through Vibrotactile Feedback，2011。
- [5] M Srikulwong：Tactile Displays for Pedestrian Navigation，2012。